



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre de la asignatura
Laboratorio

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Programa Académico | Ingeniero en Mecatrónica |
| Plan de Estudios | 2021 |
| Fecha de elaboración | 07 de Junio de 2025 |
| Versión del Documento | Primer versión |



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| IDENTIFICACIÓN | 6 |
| <i>Carga Horaria de la asignatura</i> | <i>6</i> |
| <i>Consignación del Documento</i> | <i>6</i> |
| MATRIZ DE CORRESPONDENCIA..... | 7 |
| NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS..... | 10 |
| RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA... | 11 |
| PRÁCTICAS | 13 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 33 |
| NORMAS TÉCNICAS APLICABLES..... | 34 |
| ANEXOS..... | 35 |

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Propósito del Manual

Este manual tiene como objetivo proporcionar una **guía práctica y estructurada** para el desarrollo de experimentos termodinámicos en el laboratorio, utilizando materiales accesibles y metodologías adaptadas a los recursos disponibles. Busca:

- **Fortalecer la comprensión** de los principios termodinámicos (primera y segunda ley, entropía, eficiencia energética).
- **Promover el aprendizaje activo** mediante prácticas que vinculen teoría con aplicaciones reales en mecatrónica (ej.: diseño de sistemas térmicos, robótica con actuadores térmicos).

Justificación en el Programa Académico

La termodinámica es **fundamental en mecatrónica** para:

- Optimizar sistemas energéticos (motores, refrigeración en electrónica).
- Diseñar dispositivos que integren mecánica, electrónica y transferencia de calor (ej.: drones con disipación térmica eficiente).

Este manual justifica su uso al:

- **Reducir brechas teórico-prácticas** con experimentos de bajo costo.
- **Alinear** las prácticas con asignaturas como *Control de Sistemas Térmicos* y *Energías Renovables* del plan de estudios.

Competencias a Desarrollar

1. Competencias Blandas:

- **Trabajo en equipo:** Colaboración en montajes experimentales (ej.: máquina térmica con jeringas).
- **Comunicación técnica:** Elaboración de reportes con análisis de errores y gráficas.
- **Creatividad:** Adaptación de materiales cotidianos para resolver limitaciones de recursos.

2. Competencias Disciplinarias:

- **Fundamentos termodinámicos:** Aplicación de leyes de conservación de energía y entropía.
- **Habilidades técnicas:** Uso de sensores (temperatura, presión) y software de simulación (PhET, MATLAB).

3. Competencias Profesionales:

- **Diseño de sistemas mecatrónicos:** Integración de principios térmicos en prototipos (ej.: brazo robótico con control térmico).
- **Sostenibilidad:** Análisis de eficiencia energética en proyectos industriales.

IDENTIFICACIÓN

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|
| Nombre de la Asignatura | | Termodinámica | |
| Clave | 052CP051 | Créditos | 7 |
| Asignaturas Antecedentes | 052CP031 | Plan de Estudios | 21 |

| Área de Competencia | Competencia del curso |
|---|---|
| Insertar área de competencia a la que pertenece la asignatura | Insertar competencia del curso de acuerdo con lo señalado en la Secuencia Didáctica |

Carga Horaria de la asignatura

| Horas Supervisadas | | | Horas Independientes | Total de Horas |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Aula | Laboratorio | Plataforma | | |
| 3 | 2 | 1 | 2 | 8 |

Consignación del Documento

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Unidad Académica | Unidad Académica Hermosillo |
| Fecha de elaboración | 07 de junio de 2025 |
| Responsables del diseño | Dr. Manuel Munguía Rodríguez |
| Validación | |
| Recepción | Coordinación de Procesos Educativos |

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

| PRÁCTICA | PERFIL DE EGRESO |
|----------|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Competencia técnica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplica principios fundamentales de mecánica de fluidos (densidad, flotabilidad) en contextos reales, como diseño de estructuras sumergidas o sistemas hidráulicos. ○ Desarrolla habilidades para medir propiedades físicas (ej. densidad de materiales) y analizar datos experimentales, esencial en ingeniería de materiales o civil. • Vinculación con estándares: <ul style="list-style-type: none"> ○ Alineada con normativas técnicas (ej. ASTM para medición de densidades) y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9: Industria e innovación). |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos termodinámicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Demuestra comprensión de la ley cero de la termodinámica (equilibrio térmico), base para sistemas de control de temperatura en ingeniería mecánica, química o energética. ○ Maneja escalas de temperatura (Celsius, Kelvin, Fahrenheit) y su conversión, crucial en procesos industriales o calibración de instrumentos. • Habilidades experimentales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Opera instrumentos de medición (termómetros, sensores), vinculado a competencias en automatización y control. ○ Genera reportes técnicos que reflejan capacidad de comunicación científica, exigida en proyectos de investigación o |

| | |
|---|---|
| | desarrollo. |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Integrar prototipos y sistemas tecnológicamente adecuados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Los estudiantes diseñan un calorímetro casero, aplicando normas de seguridad y optimizando recursos limitados, lo que refleja la capacidad de adaptación a restricciones prácticas. • Seleccionar metodologías apropiadas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso de técnicas experimentales estandarizadas (ej.: balances energéticos) para medir propiedades térmicas de materiales relevantes en sistemas mecatrónicos (ej.: disipación de calor en PCB). |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar sistemas de automatización y control: <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de transferencia de energía ($\Delta U = Q - W$) en sistemas pistón-cilindro, análogo a actuadores neumáticos/hidráulicos usados en automatización. • Manejar dispositivos mecatrónicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso de jeringas como simuladores de actuadores, vinculando termodinámica con control de movimientos en máquinas automatizadas. |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar sistemas automáticos con innovación tecnológica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Prototipo de máquina térmica que ilustra principios aplicables a motores Stirling o sistemas de recuperación de energía en robots. • Integrar componentes electrónicos y mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Posibilidad de acoplar sensores de temperatura (Arduino) para monitoreo en tiempo real, |

| | |
|---|--|
| | alineado con normas ISO/ANSI. |
| 6 | <ul style="list-style-type: none">• Operar software especializado:<ul style="list-style-type: none">○ Simulación de procesos irreversibles en herramientas como MATLAB o PhET, validando datos experimentales.• Enfoque en sostenibilidad:<ul style="list-style-type: none">○ Análisis de pérdidas energéticas (aumento de entropía) para optimizar sistemas mecatrónicos bajo criterios de eficiencia y normas ambientales (NOM-163-SEMARNAT). |

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

- 1.- Uso de la bata obligatoria en todo momento.**
- 2.- Por seguridad y orden:**
 - **No correr, fumar, vapear, ingerir bebidas ni alimentos**
 - **Está prohibido el ingreso de personas ajenas a la institución**
- 3.- Uso de vestimenta adecuada:**
 - **Pantalón de algodón o mezclilla**
 - **Zapato cerrado**
 - **Uso de uniforme de acuerdo al PE**
- 4.- No traer el cabello largo y suelto ni accesorios.**
- 5.- Es obligación de los usuarios limpiar su mesa de trabajo antes y después de la práctica.**
- 6.- No dejar en los botes de basura ni en las tarjas de lavado los desechos al finalizar la experimentación.**
- 7.- Los objetos punzo cortantes deberán ser desechados en el contenedor correspondiente.**
- 8.- Se deberá cumplir y respetar la calendarización de prácticas fijada.**
- 9.- Los útiles escolares y pertenencias personales deberán ser colocadas en los estantes para mochilas.**
- 10.- El docente deberá asegurarse que los estudiantes utilicen adecuadamente el equipo de protección personal durante el desarrollo de la práctica.**
- 11.- En ausencia del docente, la práctica no podrá ser realizada.**
- 12.- En caso de requerirse sesión extraordinaria, el docente solicitará al encargado del laboratorio el permiso de acuerdo con la disponibilidad en las instalaciones.**
- 13.- El estudiante deberá resarcir los daños que por negligencia o intencionalmente ocasione a los bienes de la Universidad.**
- 14.- Al término de la práctica, el docente deberá cerciorarse que las llaves de gas y agua están debidamente cerradas.**
- 15.- El docente deberá disponer correctamente los residuos peligrosos generados.**
- 16.- Los estudiantes harán la solicitud de materiales y equipos mediante la Libreta.**
- 17.- Los usuarios deberán registrarse en las bitácoras correspondientes.**

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

| | |
|----------------------------------|--|
| Elemento de Competencia I | EC I |
| | Identificar los conceptos básicos de la termodinámica y la mecánica de fluidos a través del aprendizaje y el trabajo en equipo para sentar las bases del comportamiento de los sistemas termodinámicos conforme a los principios físicos aplicados en la ingeniería. |

| PRÁCTICA | NOMBRE | COMPETENCIA |
|----------------|--|--|
| Práctica No. 1 | Densidad y Principio de Arquímedes. | Aplicar los conceptos de densidad y flotabilidad para analizar sistemas fluidos en condiciones estáticas, mediante experimentación y trabajo colaborativo. |
| Práctica No. 2 | Ley Cero de la Termodinámica y Escalas de Temperatura. | Demostrar el equilibrio térmico y convertir entre escalas termométricas mediante experimentos de transferencia de calor. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Elemento de Competencia II | EC 2 |
| | Identificar los conceptos de trabajo, energía y calor mediante el trabajo en equipo y el análisis de problemas para la comprensión de la primera ley de la termodinámica que permitirá estudiar los sistemas en donde exista transferencia de energía conforme a las leyes de la física |

| PRÁCTICA | NOMBRE | COMPETENCIA |
|----------------|--|---|
| Práctica No. 3 | Determinación de Calor Específico y Calor Latente | Identificar los conceptos de trabajo, energía y calor mediante el análisis de problemas para comprender la primera ley de la termodinámica. |
| Práctica No. 4 | Verificación de la Primera Ley de la Termodinámica | Analizar sistemas termodinámicos aplicando la conservación de energía ($\Delta U = Q - W$). |

| | |
|------------------------------------|--|
| Elemento de Competencia III | EC 3 |
| | Emplear los conceptos de trabajo y calor mediante el trabajo en equipo y el análisis de problemas para la comprensión del funcionamiento de la máquinas térmicas y el principio entrópico en sistemas físicos aplicados en la ingeniería conforme a la segunda |

ley de la termodinámica.

| PRÁCTICA | NOMBRE | COMPETENCIA |
|----------------|--|---|
| Práctica No. 3 | Eficiencia de una Máquina Térmica Casera | Calcular la eficiencia de un ciclo térmico simple mediante el montaje experimental de una máquina de Carnot adaptada |
| Práctica No. 4 | Entropía en Procesos Irreversibles | Determinar el cambio de entropía (ΔS) en un proceso irreversible de mezcla de fluidos a diferentes temperaturas |



PRÁCTICAS

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1 | Densidad y Principio de Arquímedes |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Aplicar los conceptos de densidad y flotabilidad para analizar sistemas fluidos en condiciones estáticas, mediante experimentación y trabajo colaborativo |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- **Densidad (ρ):** Propiedad de la materia definida como masa por unidad de volumen $\rho = \frac{m}{V}$
- **Principio de Arquímedes:** Un cuerpo sumergido experimenta una fuerza de flotación igual al peso del fluido desplazado

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Probeta graduada (100 mL)
Sustituto: Recipiente transparente con marcas (ej. botella de plástico con medidas dibujadas).
- Balanza digital
Sustituto: Balanza de cocina o báscula manual (precisión ± 1 g).
- Objetos sólidos de diferentes materiales (ej. Cilindros de aluminio, hierro, plástico o tuercas, piedras, tapas de botella) 3 o 4.
- Agua destilada (200 mL)
Sustituto: Agua del grifo filtrada.
- Regla o calibrador
Sustituto: Cinta métrica o papel milimetrado.
- **Equipos opcionales para mayor precisión:**
 - Calibrador Vernier (para medir dimensiones de objetos regulares).
 - Jeringa grande (para medir volúmenes pequeños).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- **Pesar el objeto** en la balanza y registrar la masa (m).
- **Medir el volumen (V):**
 - *Método directo:* Usar la regla para objetos regulares (ej.: cubo: $V = L^3$).
 - *Método indirecto (objetos irregulares):*
Llenar la probeta con 50 ml de agua.
Sumergir el objeto y registrar el nuevo volumen (V_f)
Calcular $V = V_f - 50$.
- **Calcular densidad:** $\rho = m/V$.
- **B. Verificación del principio de Arquímedes:**

- Pesar el objeto en aire (W_{aire}).
- Sumergirlo completamente en agua y registrar el peso aparente (W_{agua}).
- **Calcular la fuerza de flotación:** $F_b = W_{aire} - W_{agua}$
- **Comparar** con el peso del agua desplazada ($\rho_{agua} \times V \times g$).

RESULTADOS ESPERADOS

- Tabla comparativa de densidades calculadas vs. valores teóricos (ej.: aluminio: 2.7 g/cm³).
- Gráfica de F vs. V desplazado (debe ser lineal si la densidad del agua es constante).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Exactitud y Precisión

- **Exactitud:** Calcular la media de las mediciones y comparar los valores obtenidos con los teóricos (ej.: densidad del aluminio = 2.7 g/cm³).
 - *Ejemplo:* Si un objeto de aluminio arroja $\rho = 2.5$ g/cm³, calcular el **error porcentual**:

$$\text{Error}\% = \left| \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valos Experimental}}{\text{Valor Teórico}} \right| \times 100$$

- **Interpretación:** Un error >5% sugiere fuentes de interferencia (burbujas de aire, medición incorrecta de volumen).
- **Precisión:** Evaluar la consistencia entre repeticiones del experimento.
 - *Herramienta:* Calcular la **desviación estándar** si se realizan múltiples mediciones.

2. Relación Teórico-Práctica

- **Principio de Arquímedes:**
 - Verificar si $F_b = \rho_{agua} \cdot V \cdot g$ se cumple.
 - *Análisis gráfico:* Graficar F_b (eje Y) vs. V desplazado (eje X). La pendiente debe ser $\approx \rho_{agua} \cdot g$ (9800 N/m³ para agua).
 - **Desviaciones:** Si la gráfica no es lineal, discutir posibles causas (ej.: objeto no completamente sumergido).

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La densidad explica por qué los icebergs flotan con un 10% de su volumen sobre el agua.
- El equilibrio térmico es clave en sistemas de climatización (ej.: termostatos).
- Del análisis experimental surgen aplicaciones en al vida real.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Preguntas Guía para el Debate

1. Densidad:

- ¿Por qué un objeto con densidad menor que el agua ($\rho < 1 \text{ g/cm}^3$) flota, pero uno con $\rho > 1 \text{ g/cm}^3$ se hunde?
- ¿Cómo afectaría usar salmuera (agua + sal) en lugar de agua pura a la flotabilidad?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| | | |
|--|---|--|
| Criterios de evaluación | Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones. | |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Nivel de Competencia | Descripción |
| | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. |
| | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. |
| | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. |
| | No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión | |

| | |
|-----------------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 2 | Ley Cero de la Termodinámica y Escalas de Temperatura |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Demostrar el equilibrio térmico y convertir entre escalas termométricas mediante experimentos de transferencia de calor. |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- **Ley cero:** Si dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio entre sí.
- **Escalas de temperatura:** Relaciones entre Celsius ($^{\circ}C$), Fahrenheit ($^{\circ}F$) y Kelvin (K):

$$K = ^{\circ}C + 273.15K$$

$$F = 1.8 \times ^{\circ}C + 32^{\circ}$$

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. **Vasos o recipientes** (pueden ser tazas de vidrio o plástico grueso).
2. **Agua caliente** (no hirviendo, $\sim 50-60^{\circ}C$) y **agua fría** (con hielo, $\sim 5-10^{\circ}C$).
3. **Termómetros** (2 unidades, pueden ser digitales o de cocina).
4. **Conductor térmico:**
 - *Opción ideal:* Barra de metal (cuchara de acero, alambre de cobre).
 - *Opción básica:* Trozo de aluminio de lata (doblar varias veces para dar grosor).

B. Conversión de escalas:

1. Registrar temperaturas en los tres sistemas (hielo, ambiente, agua caliente) en $^{\circ}C$.
2. Convertir a $^{\circ}F$ y K usando las fórmulas.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Preparación:**
 - Llena un vaso con agua caliente y otro con agua fría.
 - Sumerge un termómetro en cada vaso y registra las temperaturas iniciales ($T_{caliente}$ y $T_{fría}$).
2. **Conexión con el conductor térmico:**

- Coloca un extremo de la barra metálica en el vaso caliente y el otro en el frío.
- *Importante:* Asegúrate que la barra no toque el fondo ni las paredes del vaso (solo debe estar sumergida en el agua).

3. Medición del equilibrio:

- Cada 1-2 minutos, registra la temperatura en ambos vasos.
- Observarás que:
 - El agua caliente **se enfría**.
 - El agua fría **se calienta**.
- **Equilibrio térmico:** Cuando las temperaturas de ambos vasos sean iguales (T_{final}).

RESULTADOS ESPERADOS

- Equilibrio térmico

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Ley cero de la termodinámica:**
 - Confirmar que la temperatura final en el equilibrio térmico es la misma para todos los sistemas conectados.
 - *Caso de estudio:* Si el equilibrio no se alcanza, considerar pérdidas de calor al ambiente.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El equilibrio térmico se alcanza con el contacto entre sistemas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Preguntas Guía para el Debate

1. *¿Por qué la temperatura final no es el promedio de las dos temperaturas iniciales?*
2. **Equilibrio térmico:**
 - *"Si usáramos aceite en lugar de agua, ¿el tiempo para alcanzar equilibrio sería mayor*

o menor? ¿Por qué?" (Relacionar con conductividad térmica).

| EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|-------------|----------------------|---|----------------|---|--------------|--|------------------|---|
| Criterios de evaluación | Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones. | | | | | | | | | | |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de Competencia</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sobresaliente (9-10)</td> <td>Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras.</td> </tr> <tr> <td>Avanzado (7-8)</td> <td>Datos precisos pero con discusión limitada.</td> </tr> <tr> <td>Básico (5-6)</td> <td>Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%.</td> </tr> <tr> <td>No Aprobado (<5)</td> <td>Datos incompletos o sin relación con la teoría.</td> </tr> </tbody> </table> | Nivel de Competencia | Descripción | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. | No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Nivel de Competencia | Descripción | | | | | | | | | | |
| Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. | | | | | | | | | | |
| Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. | | | | | | | | | | |
| Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. | | | | | | | | | | |
| No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. | | | | | | | | | | |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 3 | Determinación de Calor Específico y Calor Latente |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Identificar los conceptos de trabajo, energía y calor mediante el análisis de problemas para comprender la primera ley de la termodinámica. |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- **Calor específico:** Cantidad de calor necesaria para elevar 1°C la temperatura de 1 gramo de una sustancia.
- **Calor latente:** Energía absorbida o liberada durante cambios de fase (ej. fusión del hielo).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. **Para calor específico:**
 - Muestra metálica (ej. clavo de hierro, moneda de cobre o lámina de aluminio).
 - Calorímetro casero (termo de unicel con tapa o recipiente aislante con tapa).
 - Termómetro digital o de alcohol (rango: 0–100°C).
 - Agitador de plástico o cuchara.
 - Fuente de calor (mechero de alcohol, cocinilla eléctrica o agua hirviendo).
 - Balanza o báscula de cocina (precisión ± 1 g).
2. **Para calor latente:**
 - Hielo picado o cubitos de hielo.
 - Agua a temperatura ambiente.
 - Recipiente plástico (vaso de precipitados o taza).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte A: Determinación del Calor Específico de un Metal

1. **Preparación de la muestra:**
 - Pesar la muestra metálica (ej. clavo de hierro) y registrar su masa (m_{metal}).
 - Atar el metal con hilo resistente al calor (ej. hilo de algodón) para facilitar su manipulación.
2. **Calentamiento del metal:**
 - Sumergir el metal en agua hirviendo durante 5 minutos para alcanzar una temperatura estable ($T_{metal} \approx 100^\circ\text{C}$).
 - **Precaución:** Usar guantes o pinzas para evitar quemaduras.
3. **Medición en el calorímetro:**
 - Llenar el calorímetro con 100 mL de agua fría (medir su temperatura inicial con el termómetro).

- Transferir rápidamente el metal caliente al calorímetro y tapar.
- Agitar suavemente y registrar la temperatura máxima alcanzada ().

4. Cálculos:

- Aplicar el principio de conservación de energía:

$$m_{metal} \cdot c_{metal} \cdot (T_{metal} - T_{final}) = m_{agua}$$

- Despejar (calor específico del metal).
- Comparar con valores teóricos (ej. hierro: 0.45 J/g°C, cobre: 0.39 J/g°C).

Parte B: Determinación del Calor Latente de Fusión del Hielo

1. Preparación:

- Pesar 50 g de hielo picado.
- Medir 100 mL de agua a temperatura ambiente en un recipiente.

2. Mezcla y medición:

- Agregar el hielo al agua y revolver hasta que se derrita completamente.
- Registrar la temperatura final.

3. Cálculos:

- Usar la ecuación:

$$L_f = \frac{m_{agua} \cdot c_{agua} (T_{agua} - T_{final})}{m_{hielo}}$$

- Despejar L_f (calor latente de fusión).
- Valor teórico: $L_f \approx 334 \text{ J/g}$.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Datos cuantitativos:

- Tabla con valores medidos de:
 - Masas
 - Temperaturas iniciales y finales
- Cálculos de:
 - Calor específico del metal.
 - Calor latente de fusión.

2. Resultados cualitativos:

- Observaciones durante el experimento (ej.: tiempo de fusión del hielo, pérdida de calor al ambiente).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comparación con valores teóricos:

- Calor específico: Comparar el calculado con tablas de referencia (ej. hierro: $0.45 \text{ J/g}^\circ\text{C}$).
- Calor latente: Contrastar con el valor teórico (334 J/g).

2. Identificación de errores:

- Posibles fuentes de error:
 - Pérdidas de calor por aislamiento imperfecto.
 - Mediciones de temperatura no precisas.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. Conclusiones:

- Confirmación de la **conservación de energía** (primera ley de la termodinámica).
- Validación de las propiedades térmicas de materiales con recursos limitados.

2. Reflexiones:

- Aplicaciones en la vida real:
 - Diseño de sistemas de enfriamiento (ej.: neveras portátiles).
 - Selección de materiales para utensilios de cocina (conductividad térmica).
- Limitaciones del experimento casero y cómo mejorarlo (ej.: usar sensores digitales)

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Extensión experimental:

- Repetir la práctica usando diferentes metales (aluminio, cobre) y comparar resultados.
- Simular el experimento en plataformas como PhET Interactive Simulations.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| | | |
|--|---|--|
| Criterios de evaluación | Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones. | |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Nivel de Competencia | Descripción |
| | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. |
| | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. |
| | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. |

| | |
|----------------------------------|--|
| | No Aprobado (<5) Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión |

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 4 | Verificación Experimental de la Primera Ley de la Termodinámica. |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Analizar sistemas termodinámicos aplicando la conservación de energía ($\Delta U = Q - W$). |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- Primera Ley de la Termodinámica

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Sistema cilindro-pistón:

- Jeringa plástica de 50 mL (sin aguja).
- Lubricante (aceite vegetal o silicona).
- Pesas pequeñas (tuercas, monedas) o banda elástica.

2. Medición:

- Termómetro de cocina (-10°C a 110°C) o sensor digital.
- Regla o calibrador para medir desplazamiento del pistón.

3. Fuentes de energía:

- Baño María (olla con agua caliente) o lámpara incandescente.
- Hielo para procesos fríos (opcional).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte A: Proceso Isobárico (Presión Constante)

1. Montaje:

- Lubricar el émbolo de la jeringa con aceite para reducir fricción.
- Colocar una pesa pequeña sobre el émbolo (ej. 2 monedas) para mantener presión constante (~1 atm).

2. Calentamiento:

- Sumergir el cuerpo de la jeringa en agua caliente ($\sim 60^\circ\text{C}$) y fijarla verticalmente.
- Medir el volumen inicial (V_1) y temperatura inicial (T_1).
- Observar cómo el gas se expande desplazando el pistón. Registrar V_2 y T_2 .

3. Cálculos:

- **Trabajo (W):** $W = P \cdot \Delta V$ (P = peso de monedas/área del pistón).
- **Calor (Q):** $Q = m_{\text{agua}} \cdot c \cdot \Delta T$ (si se usa baño María).

Parte B: Proceso Adiabático (Sin Transferencia de Calor)**1. Compresión rápida:**

- Tapar la jeringa y comprimir el émbolo rápidamente.
- Medir el cambio de temperatura (ΔT) con el termómetro pegado al cuerpo de la jeringa.

2. Análisis:

- Como $Q \approx 0$, $\Delta U = -W$.
- Calcular W usando $W = P \cdot \Delta V$.

RESULTADOS ESPERADOS**1. Datos cuantitativos:**

- **Proceso Isobárico:**
 - Aumento de volumen (ΔV) y temperatura (ΔT) medibles.
 - Cálculo de $W = P \cdot \Delta V$ y Q estimado.
- **Proceso Adiabático:**
 - Incremento de temperatura (ΔT) por compresión, con $Q=0$.

2. Resultados cualitativos:

- Observación visual de la expansión/compresión del gas.
- Cambios térmicos perceptibles al tacto (sin termómetro).

ANÁLISIS DE RESULTADOS**1. Validación de $\Delta U = Q - W$:**

- **Isobárico:** ΔU debe ser positivo (aumento de energía interna por calor añadido).
- **Adiabático:** $\Delta U = -W$ (aumento de temperatura por trabajo realizado sobre el sistema).

2. Fuentes de error:

- Fricción en el pistón (subestima W real).
- Pérdidas de calor en el adiabático (afecta $Q \approx 0$).

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES**1. Conclusiones:**

- Se verificó que la energía interna cambia según $\Delta U = Q - W$.
- Los procesos adiabáticos muestran conversión directa de trabajo en energía interna.

2. Reflexiones:

- **Aplicaciones:**
 - Motores térmicos (transformación de calor en trabajo).
 - Refrigeradores (trabajo para extraer calor).
- **Limitaciones:** Materiales caseros introducen errores sistemáticos (ej. fricción).

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**1. Ejercicios propuestos:**

- Calcular la eficiencia de un ciclo termodinámico con datos experimentales.
- Investigar por qué los globos se expanden al calentarse (ley de Charles).

2. Experimentación extendida:

- Usar una bomba de bicicleta para estudiar calentamiento adiabático.
- Simular el experimento en PhET Interactive Simulations.

3. Conexiones interdisciplinarias:

- **Biología:** Relacionar con el trabajo respiratorio (presión-volumen en pulmones).
- **Medio ambiente:** Discutir pérdidas energéticas en máquinas reales.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| Criterios de evaluación | Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones. | |
|--|---|---|
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Nivel de Competencia | Descripción |
| | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. |
| | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. |

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. |
| | No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 5 | Eficiencia de una Máquina Térmica Casera |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Calcular la eficiencia de un ciclo térmico simple mediante el montaje experimental de una máquina de Carnot adaptada, aplicando la relación |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- Segunda Ley de la Termodinámica
- Eficiencia Térmica
- Máquina de Carnot

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- **Sistema pistón-cilindro:**
 - Jeringa plástica de 50 mL (sin aguja).
 - Lubricante (aceite vegetal o vaselina).
- **Fuentes de temperatura:**
 - Agua caliente ($\approx 60^{\circ}\text{C}$) en un recipiente (fuente caliente).
 - Hielo en un recipiente (fuente fría).
- **Medición:**
 - Termómetro (opcional, puede usarse sensación táctil).
 - Pesas pequeñas (monedas o tuercas) para generar trabajo.
- .

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Preparación:**
 - Lubrica el émbolo de la jeringa para que se mueva suavemente.
 - Llena la jeringa con aire (empuja el émbolo hasta 20 mL).

2. **Expansión isotérmica (toma calor):**
 - Sumerge la jeringa en agua caliente y deja que el aire se expanda lentamente (empujando el émbolo).
 - Registra el volumen final (ej. 30 mL).
3. **Expansión adiabática (enfriamiento):**
 - Saca la jeringa del agua y aísla con espuma o trapos.
 - Permite que el aire se expanda un poco más mientras se enfría.
4. **Compresión isotérmica (cede calor):**
 - Sumerge la jeringa en hielo y comprime el émbolo lentamente hasta 25 mL.
5. **Compresión adiabática (calentamiento):**
 - Aísla la jeringa y comprime hasta volver al volumen inicial (20 mL).
6. **Resultados:**
 - Calcula el trabajo realizado (movimiento del pistón) y el calor absorbido/cedido.
 - Eficiencia \approx (Trabajo útil) / (Calor absorbido).

RESULTADOS ESPERADOS

- **Datos cuantitativos:**
 - Volumen inicial y final del aire en la jeringa (ej. 20 mL \rightarrow 30 mL).
 - Temperaturas aproximadas (agua caliente: $\sim 60^\circ\text{C}$, hielo: 0°C).
 - Trabajo observado (movimiento del pistón al expandirse/comprimirse).
- **Resultados cualitativos:**
 - Visualización de la expansión/compresión del aire.
 - Sensación térmica al tocar la jeringa (caliente/fría).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar la eficiencia observada con la teórica (idealmente baja, $<30\%$).
- Discutir:
 - ¿Por qué no se alcanza la eficiencia máxima? (Pérdidas por fricción, fugas de calor).
 - ¿Cómo afecta la calidad del aislamiento térmico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- **Conclusiones:**
 - Las máquinas reales tienen limitaciones por irreversibilidades.
 - La eficiencia depende de la diferencia de temperaturas.

- **Reflexiones:**
 - Aplicación en motores de combustión: ¿por qué desperdician tanta energía?
 - Importancia de usar materiales aislantes en sistemas industriales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. **Ejercicio:**
 - Diseñar una máquina con dos jeringas para simular un ciclo más complejo.
2. **Investigación:**
 - Comparar con la eficiencia de un refrigerador real.
3. **Debate:**
 - ¿Es posible una máquina 100% eficiente? (Relacionar con la Segunda Ley).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

| Criterios de evaluación | Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones. | |
|--|---|--|
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Nivel de Competencia | Descripción |
| | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. |
| | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. |
| | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. |
| | No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| NOMBRE DE LA PRÁCTICA 6 | Entropía en Procesos Irreversibles |
| COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA | Determinar el cambio de entropía (ΔS) en un proceso irreversible de mezcla de fluidos a diferentes temperaturas |

FUNDAMENTO TEÓRICO

- Transferencia de Calor
- Tercera Ley de la Termodinámica

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Para mezcla:**
 - 2 vasos transparentes (100 mL c/u).
 - 100 mL de agua caliente ($\sim 50^\circ\text{C}$).
 - 100 mL de agua fría ($\sim 10^\circ\text{C}$).
 - Colorante alimenticio (ej. azul).
- Para medición:**
 - Termómetro digital (rango: $0-100^\circ\text{C}$) *opcional*.
 - Cronómetro o reloj.
- Herramientas:**
 - Cuchara para mezclar.
 - Recipiente grande para contener posibles derrames.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Paso 1: Preparación

- Etiqueta los vasos:**
 1. Vaso A: Agua caliente + 2 gotas de colorante.
 2. Vaso B: Agua fría (sin colorante).
- Mide temperaturas iniciales (T_{caliente} , $T_{\text{fría}}$):**
 1. Si no hay termómetro, usa sensación táctil (caliente $\approx 50^\circ\text{C}$, fría $\approx 10^\circ\text{C}$).

Paso 2: Mezcla Irreversible

- Vierte el agua caliente (Vaso A) en el fría (Vaso B).**
- Revuelve suavemente** y cronometra el tiempo hasta homogenización (≈ 30 segundos).
- Mide la temperatura final (T_f):**

$$T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}$$

Paso 3: Cálculo de Entropía (ΔS)

1. Entropía del agua caliente (pierde calor):

$$\Delta S_{caliente} = m \cdot c \cdot \ln \left(\frac{T_f}{T_{caliente}} \right)$$

2. Entropía del agua fría (gana calor):

$$\Delta S_{caliente} = m \cdot c \cdot \ln \left(\frac{T_f}{T_{fría}} \right)$$

3. Entropía total del universo (siempre aumenta):

$$\Delta S_{universo} = \Delta S_{caliente} + \Delta S_{fría} > 0$$

RESULTADOS ESPERADOS

1. Datos cuantitativos:

- Temperatura inicial del agua caliente ($T_{caliente}$): $\sim 50^\circ\text{C}$.
- Temperatura inicial del agua fría ($T_{fría}$): $\sim 10^\circ\text{C}$.
- Temperatura final de la mezcla (T_f): $\sim 30^\circ\text{C}$ (equilibrio térmico).
- Tiempo de homogenización: 20 - 40 segundos (observación visual con colorante).

2. Resultados cualitativos:

- Dispersión irreversible del colorante en la mezcla.
- Aumento visible del "desorden" en el sistema.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cálculo de entropía (ΔS):

- Agua caliente (pierde calor)
- Agua fría (gana calor)
- Entropía total del universo positiva

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. Conclusiones:

- Se validó que **la entropía siempre aumenta** en procesos naturales.
- La mezcla de fluidos a diferentes temperaturas es un ejemplo macroscópico de la segunda ley de la termodinámica.

2. Reflexiones:

- **Aplicaciones prácticas:**
 - Diseño de sistemas de enfriamiento industrial (ej.: torres de refrigeración).
 - Importancia del aislamiento térmico para reducir pérdidas energéticas.
- **Pregunta crítica:**
¿Por qué el universo tiende al desorden? (Relacionar con la flecha del tiempo termodinámico).

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Experimento extendido:

- Repetir la práctica con **volúmenes desiguales** (ej.: 150 mL caliente + 50 mL fría) y comparar ΔS .

2. Investigación:

- Analizar cómo la **sal** afecta la entropía en mezclas (ej.: agua salada vs. dulce).

3. Simulación digital:

- Usar el simulador *PhET "Entropy"* para visualizar procesos irreversibles a nivel molecular.

4. Debate en clase:

- *"¿Podría existir un sistema donde la entropía disminuya?"* (Discutir excepciones aparentes, como los seres vivos).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Ejecución de práctica, análisis de datos, trabajo en equipo y conclusiones.

| | | |
|--|---|--|
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Nivel de Competencia | Descripción |
| | Sobresaliente (9-10) | Reporte completo con análisis profundo, y conclusiones innovadoras. |
| | Avanzado (7-8) | Datos precisos pero con discusión limitada. |
| | Básico (5-6) | Resultados presentados sin análisis crítico, errores mayores al 15%. |
| | No Aprobado (<5) | Datos incompletos o sin relación con la teoría. |
| Formatos de reporte de prácticas | Portada, introducción, metodología, resultados y conclusión | |

FUENTES DE INFORMACIÓN

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Termodinámica* (8ª ed.). McGraw-Hill.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Física para Ciencias e Ingeniería* (10ª ed.). Cengage Learning.

Moran, M. J., & Shapiro, H. N. (2014). *Fundamentos de Termodinámica Técnica* (2ª ed.). Reverté.

American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2020). *Guía de Prácticas de Laboratorio en Termodinámica*.

Educaplus.org (2017). *Laboratorio Virtual*.

PhET Interactive Simulations. (2023). *Simulaciones de Termodinámica*. Universidad de Colorado.

American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2020). *Guía de Prácticas de Laboratorio en Termodinámica*.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

SO 80000-5:2019. *Magnitudes y Unidades Termodinámicas.*

NOM-018-STPS-2015. *Seguridad en Laboratorios (México).*



ANEXOS





UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu